

ZEITSCHRIFT FÜR SÄUGETIERKUNDE

ORGAN DER DEUTSCHEN GESELLSCHAFT
FÜR SÄUGETIERKUNDE

Herausgegeben von P. J. H. VAN BREE, Amsterdam – W. FIEDLER, Wien –
W. HERRE, Kiel – K. HERTER, Berlin – H.-G. KLÖS,
Berlin – H.-J. KUHN, Frankfurt a. M. – B. LANZA, Florenz
– T. C. S. MORRISON-SCOTT, London – H. NACHTSHEIM,
Berlin – J. NIETHAMMER, Bonn – H. REICHSTEIN, Kiel –
D. STARCK, Frankfurt a. M. – F. STRAUSS, Bern – E. THE-
NIUS, Wien – W. VERHEYEN, Antwerpen

Schriftleitung M. RÖHRS, Hannover – H. SCHLIEMANN, Hamburg

39. BAND • HEFT 5

Oktober 1974



VERLAG PAUL PAREY · HAMBURG UND BERLIN

Inhalt

BIEBER, HEIDI; EICK, GUNHILD: Die Haarkleider der Waldspitzmaus <i>Sorex araneus</i> . — Studies on the changing hair-coats of <i>Sorex araneus</i>	257
FRANK, F.: Sexualzyklus, Vaginal-pH und Geschlechtsverhältnis der Nachkommen beim Waldlemming, <i>Myopus schisticolor</i> (Lilljeborg). — Sexual cycle, pH of vaginal fluid, and sex ratio in the palaearctic woodlemming, <i>Myopus schisticolor</i> (Lilljeborg) . .	269
PARK, A. W.: Biology of the rice rat (<i>Oryzomys palustris natator</i>) in a laboratory environment. VI. Differentiation of the sexes. — Biologie der Reisratte (<i>Oryzomys palustris natator</i>) im Labor. VI. Die Differenzierung der Geschlechter	276
HEINRICH, D.: Die Hunde der prähistorischen Siedlung Feddersen Wierde. — The dogs of the prehistoric settlement Feddersen Wierde	284
AMUNDIN, M.: Functional analysis of the surfacing behaviour in the harbour porpoise, <i>Phocoena phocoena</i> (L.). — Funktionelle Analyse des Auftauch-Verhaltens bei <i>Phocoena phocoena</i> (L.)	313
Schriftenschau	319

This journal is covered by Biosciences Information Service of Biological Abstracts and by Current Contents (Series Agriculture, Biology and Environmental Sciences) of Institute for Scientific Information

Die „Zeitschrift für Säugetierkunde“ veröffentlicht Originalarbeiten aus dem Gesamtgebiet der Säugetierkunde, ferner Einzel- und Sammelreferate, Besprechungen der wichtigsten internationalen Literatur, kleine Mitteilungen und die Bekanntmachungen der „Deutschen Gesellschaft für Säugetierkunde“, deren alleiniges Organ sie gleichzeitig ist. Die Veröffentlichungen erfolgen in deutscher, englischer oder französischer Originalfassung mit Zusammenfassung in mindestens zwei Sprachen.

Herausgeberschaft und Schriftleitung: Manuskriptsendungen sind zu richten an die Schriftleitung, z. Hd. Herrn Prof. Dr. Manfred Röhrs, Institut für Zoologie der Tierärztlichen Hochschule, 3000 Hannover, Bischofsholer Damm 15. Korrekturfahnen bitten wir z. Hd. Herrn Prof. Dr. Harald Schliemann, Zoologisches Institut und Zoologisches Museum der Universität, 2000 Hamburg 13, Papendamm 3, zurückzusenden.

Manuskripte: Es wird gebeten, die Manuskripte möglichst mit Schreibmaschine und nur einseitig zu beschreiben. Photographische Abbildungsvorlagen müssen so beschaffen sein, daß sie eine kontrastreiche Wiedergabe ermöglichen. Von der Beigabe umfangreicher Tabellen soll abgesehen werden. Alle dem Manuskript beiliegenden Unterlagen, wie Photographien, Zeichnungen, Tabellen sollen auf der Rückseite mit dem Namen des Verfassers und dem Titel des Beitrages versehen sein. Bei Abbildungen aus bereits erfolgten Veröffentlichungen ist eine genaue Quellenangabe erforderlich. Jeder Originalarbeit ist eine Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse von wenigen Zeilen in deutscher und englischer Sprache sowie eine englische Übersetzung des Titels anzufügen. Mit der Annahme des Manuskriptes erwirbt der Verlag das ausschließliche Verlagsrecht, und zwar auch für etwaige spätere Vervielfältigungen durch Nachdruck oder durch andere Verfahren wie Photokopie, Mikrokopie, Xerokopie, Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen u. a. Der Verlag ist berechtigt, das Vervielfältigungsrecht an Dritte zu vergeben und die Lizenzgebühren im Namen des Verfassers geltend zu machen und nach Maßgabe der von der Verwertungsgesellschaft Wissenschaft GmbH abgeschlossenen Gesamtverträge zu behandeln.

Sonderdrucke: An Stelle einer Unkostenvergütung erhalten die Verfasser von Originalbeiträgen und Sammelreferaten 50 unberechnete Sonderdrucke. Mehrbedarf steht gegen Berechnung zur Verfügung, jedoch muß die Bestellung spätestens mit der Rücksendung der Korrekturfahnen erfolgen.

Vorbehalt aller Rechte: Die in dieser Zeitschrift veröffentlichten Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funk- und Fernsehendung, der Vervielfältigung auf photomechanischem oder ähnlichem Wege oder im Magnettonverfahren sowie der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Werden von einzelnen Beiträgen oder Beitrags-teilen einzelne Vervielfältigungsstücke in dem nach § 54 Abs. 1 UrhG zulässigen Umfang für gewerbliche Zwecke hergestellt, ist dafür eine Vergütung gemäß den gleichlautenden Gesamtverträgen zwischen der Verwertungsgesellschaft Wissenschaft GmbH (ehemals Inkassostelle für urheberrechtliche Vervielfältigungsgebühren GmbH), 6 Frankfurt/Main, Großer Hirschgraben 17–21, und dem Bundesverband der Deutschen Industrie e. V., dem Gesamtverband der Versicherungswirtschaft e. V., dem Bundesverband deutscher Banken e. V., dem Deutschen Sparkassen- und Giroverband und dem Verband der Privaten Bauparkassen e. V., an die Verwertungsgesellschaft Wissenschaft zu entrichten. Erfolgt die Entrichtung der Gebühren durch Wertmarken der Verwertungsgesellschaft Wissenschaft, so ist für jedes vervielfältigte Blatt eine Marke im Wert von 0,40 DM zu verwenden. Die Vervielfältigungen sind mit einem Vermerk über die Quelle und den Vervielfältiger zu versehen.

Erscheinungsweise und Bezugspreis: Die Zeitschrift erscheint alle 2 Monate; 6 Hefte bilden einen Band; jedes Heft umfaßt 4 Druckbogen. Der Abonnementspreis beträgt je Band 128,— DM zuzügl. aml. Postgebühren. Das Abonnement verpflichtet zur Abnahme eines ganzen Bandes. Es verlängert sich stillschweigend, wenn nicht unmittelbar nach Erhalt des letzten Hefes eines Bandes Abbestellung erfolgt. Einzelbezugspreis der Hefte: 23,50 DM. Die Preise verstehen sich im Inland einschließlich Mehrwertsteuer. Die Zeitschrift kann bei jeder Buchhandlung oder bei der Verlagsbuchhandlung Paul Parey, Hamburg 1, Spitalerstraße 12, bestellt werden.

Die Mitglieder der „Deutschen Gesellschaft für Säugetierkunde“ erhalten die Zeitschrift unberechnet im Rahmen des Mitgliedsbeitrages.

Die Haarkleider der Waldspitzmaus *Sorex araneus*

Von HEIDI BIEBER* und GUNHILD EICK

Aus dem Zoologischen Institut der Universität Bonn, Arbeitsgruppe Mammalogie

Eingang des Ms. 14. 1. 1974

Einleitung

Vielfach unterscheiden sich die Felle der Säugetiere in Abhängigkeit von Alter und Jahreszeit. Die Unterschiede werden gewöhnlich als Gesamteindruck der Fellstruktur angegeben, so daß man nicht weiß, auf welche Parameter im Aufbau von Einzelhaaren sie zurückgeführt werden können. Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, am Beispiel der Waldspitzmaus, *Sorex araneus*, die unterschiedlichen Haarkleider auf Strukturunterschiede im Einzelhaar zurückzuführen.

STEIN (1954) unterscheidet bei der Waldspitzmaus in ihrem maximal 18 Monate währenden Leben 5 Haarkleider, von denen aber 3 vorherrschen, die durch jahreszeitlich gebundene Haarwechsel gegeneinander begrenzt sind:

1. Jugendkleid der im gleichen Sommer geborenen, bereits selbständigen Jungtiere, das durch den Herbsthaarwechsel abgelegt wird.
2. Winterkleid, das durch den vorerwähnten Herbsthaarwechsel entsteht und mit dem Frühjahrshaarwechsel endet.
3. Alterskleid der im Vorjahr geborenen, geschlechtsreifen Tiere, das beim Frühjahrshaarwechsel entsteht.

Dies Alterskleid kann bei einer sommerlichen Zwischenmauser erneuert werden, das Nachfolgekleid durch eine partielle, ganz unregelmäßige, sog. Senexmauser teilweise ersetzt werden.

In dieser Arbeit beschränken wir uns auf die Betrachtung der drei durch jahreszeitliche Mausem begrenzten Haarkleider 1–3.

Material und Methoden

Das Material bestand aus 12 Waldspitzmäusen der Art *Sorex araneus* aus der Umgebung von Bonn, die uns Prof. J. NIETHAMMER freundlicherweise überließ, davon 2 Jungtiere und je 5 adulte Sommer- bzw. Winterfänge. Von den Sommertieren hat das ♀ 3900 eine etwas abweichende Flankenpigmentierung; es könnte sich also um ein Exemplar im 4. oder 5. Haarkleid (vgl. Tab. 5) handeln. Am Haarkleid sollten erfasst und verglichen werden: Haarlänge, Länge und Dicke der Granne, Länge und Knickverteilung des Schaftes und die Pigmentverteilung im Haar (vgl. Abb. 1).

Zur Untersuchung der Haare wurden Haarbüschel sowohl vom Rücken, etwa einen Zentimeter oberhalb des Schwanzansatzes, als auch aus der Flanke entnommen. Die Haare entlüfteten wir drei bis vier Tage lang in Glycerin bei 60° C und maßen sie bei 40facher Vergrößerung unter einer binokularen Lupe mit Hilfe einer Okularstrichplatte aus. Auch das Klassifizieren und Auszählen der verschiedenen Haartypen erfolgte unter der Lupe. Von jedem Haartyp wurde ein Exemplar vermessen und gezeichnet (Abb. 2 und 3).

Danach folgten Messungen der Gesamthaarlänge, der Grannenlänge, der Länge der ver-

* Für die Förderung dieser Arbeit danke ich der Deutschen Forschungsgemeinschaft.

schiedenen Haarabschnitte zwischen etwa vorhandenen Knickstellen und Messungen des Haarfarbmusters der Granne (d. i. Spitze und Binde, bzw. Aufhellungszone) an je 100 Rücken- und 50 Flankenhaaren pro Tier. Aus den Einzelwerten (im Maßstab 1 Einheit (E) = 0,24 mm) errechneten wir die jeweiligen Mittelwerte (M) und deren Streuung (s). Auch die maximale Haardicke der Granne wurde an je 50 Grannenhaaren pro Tier gemessen und der entsprechende Mittelwert errechnet.

Zur Erklärung der Färbungsunterschiede zwischen Sommer- und Winterfell (speziell an den Flanken) war es nötig, an den beiden gebänderten Haartypen (Grannen- und Grannen-Wollhaaren) die Länge der Granne (bis zum 1. Knick) und die pigmentierten bzw. pigmentfreien Abschnitte genau zu vermessen. Aus jeder Entnahmestelle (am Rücken bzw. an der Flanke) benutzten wir je 25 Grannen- und je 25 Grannen-Wollhaare; danach wurden die Einzelwerte gemittelt. Zum Schluß verglichen wir die prozentualen Anteile dieser Haare im Sommer- und Winterfell miteinander.

Ergebnis

a. Haartypen

Das Fell der Waldspitzmäuse setzt sich wie bei anderen Säugern aus unterschiedlich geformten Haaren zusammen, wobei hauptsächlich vier Haartypen (mit einer Reihe von Zwischenformen) auftreten. Diese Haupttypen sind einerseits durch Länge und Dicke, andererseits durch verschiedene Pigmentierung, Stärke und Krümmungsverhältnisse voneinander zu trennen.

Die erste Hauptform bilden die sogenannten Leithaare; sie sind gerade gestreckt und von allen Haaren am längsten und kräftigsten (Abb. 1). Beim zweiten Haartyp, dem gebänderten Grannenhaar, ist das Haar hinter der Spitze zu einer „Granne“ verdickt und der gleichmäßig dünne Schaft dreimal geknickt. Zu den Grannen-Wollhaaren gehören die viermal geknickten, gebänderten Grannenhaare (s. Abb. 1–3). Der vierten Haarform, den Wollhaaren, fehlt die apikale Granne und die Aufhellungszone; das Haar ist fast gleichmäßig dünn und mehrfach geknickt.

Die erste Hauptform bilden die sogenannten Leithaare; sie sind gerade gestreckt und von allen Haaren am längsten und kräftigsten (Abb. 1). Beim zweiten Haartyp, dem gebänderten Grannenhaar, ist das Haar hinter der Spitze zu einer „Granne“ verdickt und der gleichmäßig dünne Schaft dreimal geknickt. Zu den Grannen-Wollhaaren gehören die viermal geknickten, gebänderten Grannenhaare (s. Abb. 1–3). Der vierten Haarform, den Wollhaaren, fehlt die apikale Granne und die Aufhellungszone; das Haar ist fast gleichmäßig dünn und mehrfach geknickt.

Aus den Haartypen ergibt sich (nach TOLDT 1935; Abb. 1) ein dreistufiger Aufbau des Haarkleides mit einer basalen Stufe, einer Grannenstufe und der Spitzenstufe.

In der basalen Stufe liegen die gewellten Schaftteile von Grannen- und Wollhaaren bis etwa zu den Grannen; sie sorgen vornehmlich für die Wärmeisolation. Die Grannenstufe erstreckt sich über den Bereich der Grannen, enthält auch die Wollhaarspitzen und bildet die eigentliche Felloberfläche. Die Spitzenstufe wird von den mehr oder weniger über die Felloberfläche hinausragenden einzelnen Spitzen der Leithaare gebildet (TOLDT 1935).

b. Färbung

Die Färbung des einzelnen Haares beruht auf der Menge und der Verteilung der Melanine; daneben übt der Luftgehalt in Rinde und Mark einen Einfluß auf die Haar-Helligkeit aus, da durch eingelagerte Luft das Haar heller erscheint

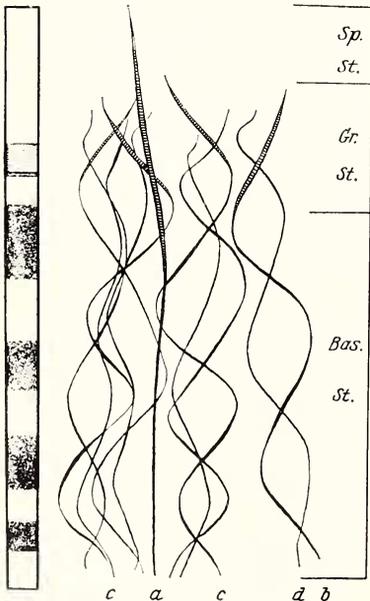


Abb. 1. Schema des Stufenaufbaus bei der Rückenbehaarung nach TOLDT (1935). a = Leithaare; b = Grannenhaare; c = Grannen-Wollhaare; d = Wollhaare

und das Fell einen Silberschimmer erhält. Pigmentfreie Haare sehen durch die eingelagerte Luft weißlich aus (Ventralseite der Spitzmäuse, im Winterkleid der Flanke).

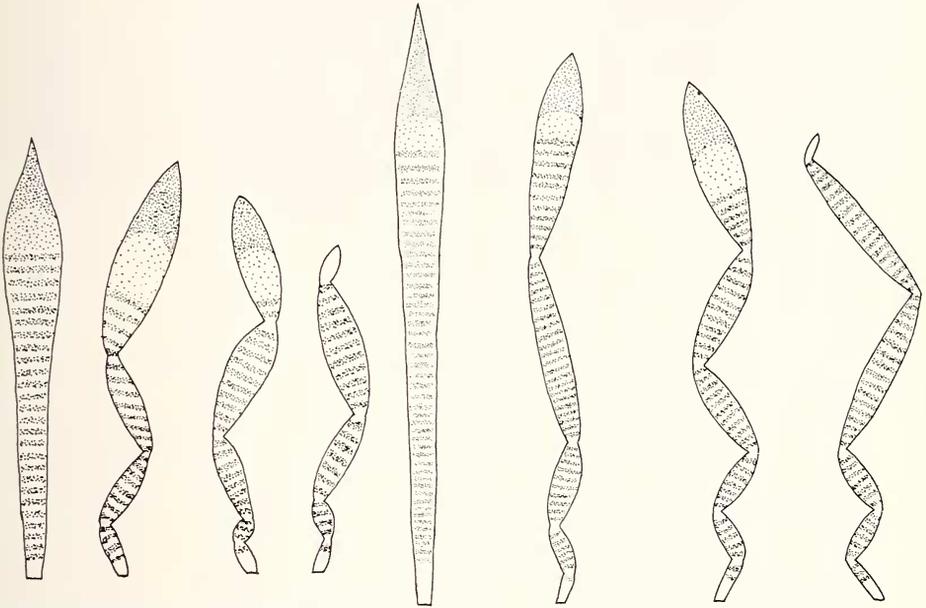


Abb. 2. Pigmentverteilung in den Rückenhaaren beim adulten Sommerfell (a, b, c, d vgl. Abb. 1)

Abb. 3. Pigmentverteilung in den Rückenhaaren beim Winterfell (a, b, c, d vgl. Abb. 1)

Die Waldspitzmaus ist auf dem Rücken dunkelbraun, auf der Bauchseite weißlich-grau gefärbt. Die Flanke stellt eine Übergangszone dar, die in ihrer Ausfärbung je nach Jahreszeit variiert. Im Sommer erscheinen die Flanken hellbraun, im Winter begrenzen sie den dunklen Rücken als silbergraue Streifen. Dadurch wirkt das Winterfell lebhafter als das gleichmäßiger getönte Sommerfell. Das Pigment ist in den Haaren der Waldspitzmaus ungleichmäßig verteilt: dunkle Spitze- und Aufhellungszone im Grannenbereich — mehr oder weniger stark pigmentierte Basis.

Die Länge der einzelnen Abschnitte wechselt je nach Länge und Form des Haarschaftes. Wie bei vielen Säugern gilt auch hier die Regel: je dicker das Haar, desto stärker ist es pigmentiert (ZALOUBEK 1974). Die apikale Aufhellungszone (nach TOLDT 1935, der „subapikale Ring“) ist bei den Grannenhaaren meist am deutlichsten ausgeprägt, nimmt den größten Teil der Granne ein und reicht bis nahe an den Knick im Haar (Abb. 2 und 3). Unterhalb der dunklen Spitze findet sich auch bei den Leithaaren eine aufgehellte Zone; sie ist hier jedoch nicht so deutlich ausgebildet wie bei den Grannenhaaren. Die Wollhaare mit ihrer kurzen, unpigmentierten Spitze zeigen keine Aufhellungszone (Abb. 2 und 3).

Meßergebnisse

a. Haarlänge

Zunächst sollen die mittleren Längen aller Haartypen (vgl. Abbildung 3) an Jugend-, Winter- und Sommerfellen verglichen werden, sowohl aus dem Rücken- als auch aus

dem Flankenfell (Tab. 1). Die Werte sind in Einheiten der Okularstrichplatte angegeben: 1 Einheit (E) = 0,24 mm.

Beim Haarlängenvergleich (Entnahmestelle Rückenmitte) der verschiedenen Haarkleider fällt auf, daß sich das Winterfell sehr stark vom Jugendkleid und dem nachfolgenden Sommerhaar unterscheidet. An den Haarschaft der Sommerhaare wird ein weiterer Abschnitt angefügt, dadurch sind die Winterhaare generell sehr viel länger. Die Grannnlängen von Grannen- und Grannen-Wollhaaren ändern sich dabei nicht (vgl. Tab. 4), der Längenzuwachs erfolgt an der Basis. Durch die längere Haarbasis verändert sich auch die Knickzahl der Haartypen Grannenhaar, Grannen-Wollhaar und Wollhaar (Abb. 3; Tab. 1 und 2). Aus den Grannenhaaren mit 3 Knicken im

Tabelle 1
Mittlere Haarlängen Rückenmitte
(Einheiten: 1 E = 0,24 mm)

Haarkleid	Tier Nr.	Fangdatum	Leithaar gestreckt	Grannenhaar	Grannen-Wollhaar	Wollhaar
				3 Knicke	4 Knicke	4 Knicke
Jugend	86	4. 8.	226	187	188	163
	117	6. 8.	237	193	191	173
M s			231,6 7,8	190 4,2	189,5 2,1	168 7,1
				4 Knicke	5 Knicke	5 Knicke
Winter	3369	27. 1.	302	337	316	308
	3433	26. 2.	324	297	288	269
	3448	9. 3.	314	303	296	271
	3449	9. 3.	289	286	278	259
	3478	17. 3.	323	301	285	269
M s			310,4 14,9	304,8 19,1	292,6 14,6	275,2 18,9
				3 Knicke	4 Knicke	4 Knicke
Sommer Zw. H.	75	16. 6.	212	198	198	151
	2293	16. 9.	208	161	163	146
	3533	12. 4.	202	186	190	163
	3901	7. 9.	209	183	184	163
	3900	7. 9.	202	195	194	181
	M s			206,6 4,5	184,6 14,6	185,8 13,8
t-Test	Jugend/ Winter		6,8575**	7,9576***	9,4203***	7,4408***
	Winter/ Sommer	t =	14,9494***	11,1661***	11,9119***	11,0000***
	Jugend/ Sommer	t =	5,6308**	0,4901	0,3584	0,6878

M = Mittelwert; s = Streuung; Zw. H. = Tier mit sommerlicher Zwischenhäutung (Haarwechsel Nr. 4 oder 5); ** = signifikant bei $p < 0,01$; *** = signifikant bei $p < 0,001$

Tabelle 2

Mittlere Haarlängen aus der Flanke

(Einheiten: 1 E = 0,24 mm)

Haarkleid		Tier Nr.	Leithaar gestreckt	Grannenhaar	Grannen-Wollhaar	Wollhaar
Jugend		86	—	3 Knicke 179	4 Knicke 177	4 Knicke 164
		117	—	178	185	163
	M			178,5	181,0	163,5
	s			0,7	5,7	0,7
Winter		3369		4 Knicke 285	5 Knicke 281	5 Knicke 257
		3433		270	271	233
		3448		273	274	248
		3449	289	262	269	239
		3478		273	259	238
	M		289,0	272,6	270,8	243,0
	s		8,3	8,0	9,5	
Sommer Zw. H.		75		3 Knicke 171	4 Knicke 176	4 Knicke 154
		3901	193	172	175	156
		3900	215	181	184	161
	M		203,7	174,7	178,3	157,0
	s		11,0	5,5	4,9	3,6
t-Test	t =	Jugend/ Winter	—	15,2026***	14,1234***	11,1605***
	t =	Winter/ Sommer	—	17,9786***	17,7469***	14,6460***
	t =	Jugend/ Sommer	—	0,9298	0,5623	2,3960

Zw. H. = Tier mit sommerlicher Zwischenhäutung (Haarwechsel Nr. 4 oder 5);
*** = signifikant bei $p < 0,001$

Jugend- und Sommerfell werden im Winterfell Grannenhaare mit 4 Knicken. Ebenso erhöht sich die Knickzahl bei den Grannen-Wollhaaren und Wollhaaren: im Jugend- und Sommerfell finden sich je 4 Knicke, im Winterfell je 5 Knicke.

Die Haarlängen im Winterfell unterscheiden sich signifikant von den Haarlängen aller anderen Felle. Die Längen der verschiedenen Haartypen auf dem Rücken sind für das Jugend- und das adulte Sommerfell annähernd gleich, so daß nur bei den Leithaaren ein Längenunterschied festzustellen war (Tab. 1). Da diese Differenz recht klein und das Untersuchungsmaterial gering war, könnten die Längenunterschiede auch zufällig sein und sich Jugend- und Sommerhaarkleider in der Länge weitgehend gleichen. Die Haarlängen des Tieres mit Zwischenhäutung (♀ 3900) liegen im Streuungsbereich der übrigen Sommertiere.

Die Untersuchung der Haarlängen aus den Flanken führt zu entsprechenden Ergebnissen: Im Winterfell sind die Haare signifikant länger als im Jugend- oder im nachfolgenden Sommerfell; außerdem haben die geknickten Haartypen im Winter je einen zusätzlichen Knick im Schaft. Insgesamt sind die Haare an den Flanken etwas kürzer als auf dem Rücken. Wie bei anderen Säugern werden die Haare vom Rücken zum Bauch kürzer und feiner, so daß an der Flanke prozentual weniger Leithaare auftreten (CLEFFMANN 1953; ZALOUDEK 1974). Jugend- und Sommerfell unterscheiden sich nicht in der Haarlänge an den Flanken, auch das Tier mit der 4. (oder 5.) Mauser zeigt nur wenig abweichende Werte, so daß wir es mit den adulten Sommertieren gemeinsam auswerten konnten.

b. Haardicke

Ein weiteres Unterscheidungsmerkmal der verschiedenen Haarkleider ist die wechselnde Haardicke. Um diese Unterschiede verdeutlichen zu können, haben wir jeweils an Grannen- und Grannen-Wollhaaren die maximale Schaftstärke etwa in der Mitte der Granne gemessen (Tab. 3).

Es treten klar zwei Merkmale hervor: Erstens ist das Grannenhaar wie erwartet in jedem Haarkleid stärker als das Grannen-Wollhaar ausgebildet, und zweitens sind

Tabelle 3

Maximale Grannendicke in Einheiten

(1 E = 0,24 mm)

Haarkleid		Tier Nr.	Grannenhaar	Grannen-Wollhaar
Jugend		86	9,4	6,4
		117	9,2	6,3
	M s		9,3	6,35
				0,14
Winter		3433	11,1	8,3
		3448	10,9	7,8
		3449	11,8	9,3
		3478	10,3	7,2
	M s			11,03
			0,62	0,89
Sommer Zw. H.		75	11,5	8,6
		3901	11,3	8,7
		3900	12,3	9,3
	M s			11,7
			0,53	0,38
t-Test	t =	Jugend/Winter	3,6882*	2,6974
	t =	Winter/Sommer	1,5127	1,2869
	t =	Jugend/Sommer	5,9805**	8,8177**

Zw.H. = Tier mit sommerlicher Zwischenhäutung (Haarwechsel Nr. 4 oder 5);
 * = signifikant bei $p < 0,05$; ** signifikant bei $p < 0,01$

Tabelle 4

Haarmuster der Granne von Rückenhaaren

(Spitze, Aufhellungszone, Grannenbasis; Einheiten: 1 E = 0,24 mm)

Haarkleid	Tier Nr.	Grannenhaare			Grannen-Wollhaare		
		Spitze	Aufh.-Zone	Gr.-Basis	Aufh.-Zone	Gr.-Basis	Gr.-Länge
Jugend	86	21	40	34	27	11	56
	117	19	38	36	29	11	56
	M	20	39	35	28	11	56
		1,4	1,4	1,4	1,4	0,0	0,0
	Anteil	21 %	42 %	37 %	50 %	20 %	100 %
Winter	3433	28	18	86	25	19	64
	3448	28	13	69	24	19	58
	3449	29	10	71	26	22	61
	3478	25	17	83	22	24	62
	M	28	15	77	24	21	61
		1,7	3,7	8,5	1,7	2,5	2,5
	Anteil	23 %	13 %	64 %	40 %	34 %	100 %
Sommer Zw. H.	75	25	31	56	20	13	60
	2293	21	38	47	19	12	61
	3901	24	37	35	18	12	57
	3900	26	24	47	20	13	56
	M	24	33	46	19	13	59
		2,2	6,5	8,6	1,0	0,6	2,4
	Anteil	23 %	32 %	45 %	46 %	22 %	100 %

Zw. H. = Tier mit sommerlicher Zwischenhäutung (Haarwechsel Nr. 4);

Tabelle 4 (Fortsetzung)

Haarkleid	Tier Nr.	Grannenhaare			Grannen-Wollhaare				
		Spitze	Aufh.-Zone	Gr.-Basis	Gr.-Länge	Spitze	Aufh.-Zone	Gr.-Basis	Gr.-Länge
t-Test der mm-Werte	Jugend/Winter n = 6	t = 5,32**	8,36**	6,56**	3,01*	5,72**	5,24**	5,44**	2,65
	Winter/Sommer n = 8	t = 2,83*	4,81**	5,12**	2,43	5,77**	5,33**	6,19**	1,17
	Jugend/Sommer n = 6	t = 2,31	1,22	1,69	1,66	1,85	0,44	3,27*	1,73
t-Test der %/o-Anteile	Jugend/Winter n = 6	t = 0,87	14,98***	22,05***		3,48	7,28**	4,78**	
	Winter/Sommer n = 8	t = 0,00	5,14**	5,93**		3,77**	7,47***	5,76**	
	Jugend/Sommer n = 6	t = 0,72	1,91	1,68		0,91	1,39	1,88	

* = signifikant bei $p < 0,05$; ** = signifikant bei $p < 0,01$; *** = signifikant bei $p < 0,001$

die Haare der adulten Tiere dicker als die der Jungtiere (LUBNOW et al. 1969). Die dünneren Haare der Jungtiere entsprechen der bedeutend zarteren Haut und damit der geringeren Haarwurzelsgröße. Die Differenzen zwischen der Haardicke des adulten Winter- und Sommerfells sind rein zufällig, was aus dem t-Test eindeutig hervorgeht.

c. Haarmuster

Für Vergleiche des Farbmusters zwischen den verschiedenen Haarkleidern eignen sich die Grannen-Wollhaare am besten. Ihre lanzettförmigen Grannen bilden den Hauptbestandteil der Felloberfläche (Abb. 1) und bewirken auch den Farbeindruck. Die Leithaare sind mit ihrem Fellanteil von ca. 1% für den Farbeindruck unwesentlich.

Die Granne (bis zum ersten Knick, vgl. Abb. 2 und 3) hat drei verschiedene Pigmentzonen: Auf die dunkle Spitze folgt der hellere, meist gelblich-rot gefärbte subapikale Ring. An ihn schließt sich das dunkel pigmentierte Endstück der Granne an. Prinzipiell zeigen Sommer- und Winterkleider jeweils dieselbe Reihenfolge der drei Bereiche Spitze, „Grannenhell“ und Grannenbasis. Da die Rückenhaare beim Sommerfell lichter erscheinen als die der Win-

Tabelle 5
Haarmuster der Granne an Flankenhaaren
(Spitze, Aufhellungszone, Grannenbasis; Einheiten: 1 E = 0,24 mm)

Haarkleid	Tier Nr.	Grannenhaare				Grannen-Wollhaare			
		Spitze	Aufh.-Zone	Gr.-Basis	Gr.-Länge	Spitze	Aufh.-Zone	Gr.-Basis	Gr.-Länge
Jugend	86	17	39	38	93	11	34	12	57
	117	16	45	37	96	11	39	10	60
	M s	17 0,7	42 4,3	38 0,7	95 2,1	11 0,0	37 3,5	11 1,4	59 2,1
	Anteil	17 %	44 %	39 %	100 %	19 %	62 %	19 %	100 %
Winter	3369	—	41	76	117	—	38	23	61
	3433	—	43	63	106	—	38	18	55
	3448	—	42	67	109	—	41	20	61
	3449	—	45	58	104	—	40	11	57
	3478	—	36	64	100	—	34	22	56
	M s	— —	41 3,4	66 6,7	107 6,4	— —	38 2,7	19 4,8	58 2,8
	Anteil	—	38 %	62 %	100 %	—	66 %	34 %	100 %
Sommer Zw. H.	75	21	34	37	92	13	34	13	60
	3901	20	36	54	110	14	36	15	64
	3900	—	47	47	94	—	42	13	55
	M s	21 0,7	39 7,0	46 8,5	99 9,9	14 0,7	37 4,2	14 1,2	60 4,5
	Anteil	21 %	35 %	44 %	100 %	21 %	58 %	21 %	100 %
t-Test	Jugend/Sommer	t =	0,5285	1,3325	0,5601	5,0000*	0,2302	2,3477	0,3293
	Sommer/Winter	t =			1,5140				0,6558

* = signifikant bei $p < 0,05$

Tabelle 6

Prozentuale Pigmentverteilung in der Granne
(Das Verhältnis: Spitze/Aufhellungszone/Grannenbasis)

Haarkleid	Grannenhaar		Grannen-Wollhaar	
	Rücken	Flanke	Rücken	Flanke
Jugend	20:40:40	20:40:40	30:50:20	20:60:20
Winter	20:10:70	—:40:60	40:30:30	—:60:40
Sommer	20:40:40	20:40:40	30:50:20	20:60:20

tertiere, könnte der Anteil der Aufhellungszone in den Rückenhaaren der Sommerfelle größer sein (Tab. 4).

Besonders wichtig dürfte ein Sommer-Winter-Vergleich am Haarmuster von Flankenhaaren sein, um die Ursachen der weißen Winter-Seitenstreifen zu ergründen. Auch hierzu haben wir die unterschiedlich pigmentierten Bereiche der Granne ausgemessen (Tab. 5).

Die Relation zwischen den prozentualen Längenanteilen der dunklen Spitze, der Aufhellungszone und der schwarzen Grannenbasis zur Gesamtlänge der Granne (bis zum 1. Knick) gibt Aufschluß über die Musterverschiebungen zwischen Jugend-, Sommer- und Winterfellen (Tab. 4 und 5).

Den besten Überblick über Veränderungen und Analogien im Haarmuster erhält man nach der schematischen Rundung der einzelnen Prozentzahlen. Wir haben die prozentualen Anteile aus den Tab. 4 und 5 statistisch analysiert und in der folgenden Tab. 6 gleiche Rundungszahlen eingesetzt, wenn kein signifikanter Unterschied zwischen den Werten bestand (t-Tests siehe Tab. 4 und 5):

Die Granne bei den Rückenhaaren besitzt für beide Haartypen die gleiche prozentuale Verteilung der drei Farbzonen im Jugend- und Sommerkleid. Im dunkleren Winterfell ist erwartungsgemäß der Anteil der Aufhellungszone wesentlich kleiner und führt bei den Grannenhaaren zu einer starken Ausdehnung der dunkel pigmentierten Grannenbasis. Bei den Grannen-Wollhaaren nehmen die Anteile von Spitze und Grannenbasis gegenüber dem Jugend- bzw. Sommerfell zu.

Auch bei beiden Typen der Flankenhaare gibt es keine Unterschiede in der prozentualen Verteilung des Haarmusters zwischen Jugend- und adultem Sommerfell. Die hellen Seitenstreifen des Winterkleides entstehen durch eine Verlagerung der Aufhellungszone in den gebänderten Haaren an die Haarspitze. Die Aufhellungszone ist also bei gleichbleibendem Anteil an die Haarspitze gerückt. Die dunkle Spitze fällt weg, ihr Anteil an der Granne kommt zur Grannenbasis hinzu, so daß das übliche Schwarz-Weiß-Schwarz-Muster im Flankenstreifen des Winterfells durch ein Weiß-Schwarz-Muster ersetzt wird.

Das ♀ 3900 mit der sommerlichen Zwischenhäutung weicht in der Flankenpigmentierung deutlich von den anderen adulten Sommertieren ab. Es zeigt die an die Haarspitze vorgeschobene Aufhellungszone, jedoch ohne eine Verbreiterung der dunklen Grannenbasis.

Diskussion

Die auffällige Veränderung im Winterfell der Waldspitzmäuse durch die hellen Flankenstreifen war Anlaß eines morphologischen Vergleichs der verschiedenen Haar-

Tabelle 7
Prozentuale Haarlängen

Haarkleid	Rückenmitte				Flanke			
	Leithaar	Grannenhaar	Grannen-Wollhaar	Wollhaar	Leithaar	Grannenhaar	Grannen-Wollhaar	Wollhaar
Jugend	100 %	100 %	100 %	100 %	—	100 %	100 %	100 %
Winter	134,0 %	160,4 %	154,4 %	163,8 %	—	152,7 %	149,6 %	148,6 %
Sommer	89,1 %	97,2 %	98,0 %	95,7 %	—	97,9 %	98,5 %	96,0 %

kleider (insbes. der Jugend-, adulten Winter- und adulten Sommerfelle). Dabei erklärten sich nicht nur die Färbungsunterschiede an den Flanken durch eine Verschiebung der konstant breiten Binde an die Haarspitze, sondern es zeigten sich auch markante Haardicken- und Haarlängendifferenzen zwischen den drei Feltypen.

Das Jugendhaar ist sehr viel dünner als die nachfolgenden Haare adulter Tiere, in den morphologischen Einzelheiten (Knickzahl und Pigmentverteilung) entspricht es aber vollkommen dem adulten Sommerhaar (Tab. 6). Das Phänomen des dünneren Jugendhaares fand sich auch an Hauskaninchen (BIEBER et al. 1970; SCHWANITZ 1938).

Die Haare des Winterfelles sind dagegen viel länger als die Haare vom Jugend- oder Sommerfell. Mehrere Untersuchungen, speziell an kleineren und größeren Säugern Kanadas (SCHOLANDER et al. 1950; MORRISON und TIETZ 1957; HART 1956), berichten von dickeren Winterfellen als Ergebnis der Kälteadaption. Besonders für größere Säuger konnte ein dickerer Winterpelz und damit ein besserer Kälteschutz festgestellt werden (z. B. bei Eisbär, Wolf, Vielfraß in: HART 1956). Bei kleineren Säugern (z. B. Lemminge, Wiesel in: SCHOLANDER 1950) gelang dieser Nachweis nicht, hier werden andere Möglichkeiten der Kälteanpassung angeführt, z. B. Nestbau, größere Wärmeproduktion im Winter, eine Fett-Isolierschicht (BARNETT 1959). Die Messungen der Haar- bzw. Pelzdicke erfolgte bei den genannten Arbeiten ziemlich willkürlich: Man führte eine stumpfe Nadel durch den Pelz bis auf die Haut, markierte mit dem Daumen die Pelzhöhe und maß an der Nadel die Felldicke in mm ab (SCHOLANDER 1950).

In der vorliegenden Arbeit betrug der Längenzuwachs bei allen Haaren des Winterfells (sowohl bei allen gemessenen Haartypen, als auch an beiden Entnahmestellen) etwa 50% gegenüber der Jugendhaarlänge (Tab. 7). Die adulten Sommerhaare scheinen etwas kürzer auszufallen als die Jugendhaare, die Unterschiede sind jedoch (bis auf die Leithaare der Rückenmitte) nicht signifikant (Tab. 1 und 2).

Zusammenfassung

Wir haben die Haarkleider von 12 Waldspitzmäusen verglichen, die zu verschiedenen Jahreszeiten und in unterschiedlichem Lebensalter gefangen worden waren. Die Tiere besaßen entweder ihr erster Haarkleid (Ju-